

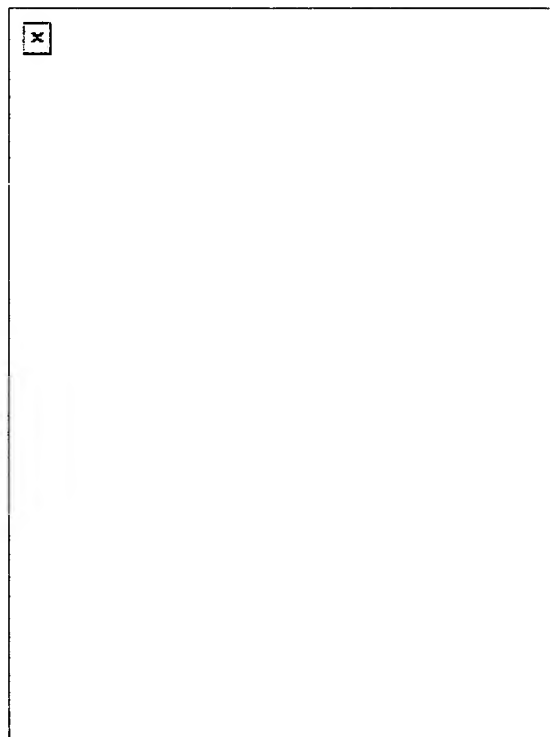
SIGNAL PROCESSOR, RECORDING MEDIUM AND SIGNAL PROCESSING METHOD

Patent number: JP2000048481
Publication date: 2000-02-18
Inventor: SATO HIDEO; MATSUMURA YUKI
Applicant: SONY CORP
Classification:
- **international:** G11B20/10
- **european:**
Application number: JP19980213719 19980729
Priority number(s):

Abstract of JP2000048481

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a representative value correctly showing a signal level of a specified frequency band by calculating a square sum of a prescribed frequency spectrum value when an input signal is modified discrete cosine transformed to be processed.

SOLUTION: An MDCT calculation part 12 MDCT transform processes a successively inputted digital audio signal DA1 to convert it to a frequency spectrum signal. A representative value calculation part 14 calculates a square of an absolute value sum of an even-th spectrum value and the square of the absolute sum of an odd-th spectrum value, and calculates a square root of its addition value, and calculates a representative value of a target frequency spectrum value to output it to an encode part 15. At this time, information DC of a copyright is modulated by a carrier wave signal SC to be superimposed on the digital audio signal DA1. Further, the information DC of the copyright is spectrum spread by the random number data PN to be superimposed. Further, an amplitude modulation part 21 multiplies an output signal of a PN spread part 20 by the detected representative value.



(11)特許出願公開番号

(P2000-48481A)

(43)公開日 平成12年2月18日(2000.2.18)

テーマート・(参考)

H 5D044

審査請求 未請求 請求項の数38 OL (全 10 頁)

(71)出願人 000002185

(72)発明者 佐藤 英雄

(72)発明者 松村 祐樹

(74) 代理人 100102185

Fターム(参考) 5D044 AB05 BC02 CC04 DE49 DE50

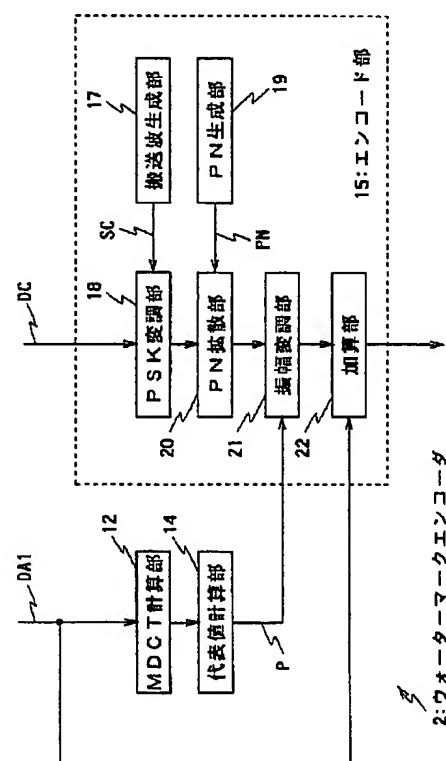
GL38

(54) 【発明の名称】 信号処理装置、記録媒体及び信号処理方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、信号処理装置、記録媒体及び信号処理方法に関し、例えばオーディオ信号を記録した光ディスクと、この光ディスクを再生する光ディスク装置に適用して、MDC Tによる計算結果をウォーターマークの処理等に使用することができるようにする。

【解決手段】 入力信号をMDC Tして処理する際に、所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値の2乗和を計算することにより、入力信号の位相が変化しても特定周波数帯域の信号レベルを正しく表す代表値を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号を改良離散コサイン変換処理して周波数スペクトラム信号を生成する改良離散コサイン変換手段と、

前記周波数スペクトラム信号より所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値を検出し、該スペクトラム値の2乗和を計算する計算手段とを有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項2】 前記計算手段は、前記所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値より、偶数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗値と、奇数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗値とを加算して前記2乗和を計算することを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

【請求項3】 前記計算手段は、前記2乗和の平方根を計算することを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

【請求項4】 所定のシリアルデータより生成した変調信号の信号レベルを前記2乗和又は前記2乗和の平方根の値に応じて変化させて基準信号を生成する基準信号生成手段と、前記基準信号を前記入力信号に重畳する信号重畳手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

【請求項5】 前記基準信号生成手段は、前記所定周波数スペクトラムに対応する周波数による搬送波信号を前記シリアルデータにより位相変調した後、乱数データにより変調して前記変調信号を生成することを特徴とする請求項4に記載の信号処理装置。

【請求項6】 前記信号重畳手段の出力信号を所定の記録媒体に記録することを特徴とする請求項4に記載の信号処理装置。

【請求項7】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項4に記載の信号処理装置。

【請求項8】 入力信号より所定周波数の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を出力する信号レベル検出手段と、所定のシリアルデータより生成した前記所定周波数の変調信号の信号レベルを前記信号レベル検出結果に応じて変化させて基準信号を生成する信号生成手段と、前記基準信号を前記入力信号に重畳する信号重畳手段とを有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項9】 前記信号生成手段は、前記所定周波数の搬送波信号を前記シリアルデータにより位相変調した後、乱数データにより変調して前記変調信号を生成することを特徴とする請求項8に記載の信号処理装置。

【請求項10】 前記信号重畳手段の出力信号を所定の記録媒体に記録することを特徴とする請求項8に記載の

信号処理装置。

【請求項11】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項8に記載の信号処理装置。

【請求項12】 前記入力信号より前記所定周波数スペクトラムに対応する信号成分を抽出する信号抽出手段と、前記信号成分の信号レベルを前記2乗和の逆数又は前記2乗和の平方根の逆数に応じて変化させて前記信号成分の信号レベルを補正する信号レベル補正手段と、前記信号レベル補正手段により信号レベルが補正された前記信号成分よりシリアルデータを復調するデータ復調手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

【請求項13】 前記データ復調手段は、前記信号成分の周波数による搬送波信号を乱数データにより変調して基準信号を生成し、前記基準信号を前記信号成分に乗算して前記シリアルデータを復調することを特徴とする請求項12に記載の信号処理装置。

【請求項14】 前記入力信号が所定の記録媒体を再生して得られる再生信号であることを特徴とする請求項12に記載の信号処理装置。

【請求項15】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項12に記載の信号処理装置。

【請求項16】 入力信号より所定周波数の信号成分を抽出する信号抽出手段と、前記信号成分の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を出力する信号レベル検出手段と、前記信号成分の信号レベルを前記信号レベル検出結果により補正する信号レベル補正手段と、前記信号レベル補正手段により信号レベルが補正された前記信号成分より、前記入力信号に重畳されて伝送されたシリアルデータを復調するデータ復調手段とを有し、前記データ復調手段は、前記信号成分の周波数による搬送波信号を乱数データにより変調して基準信号を生成し、前記基準信号を前記信号成分に乗算して前記シリアルデータを復調することを特徴とする信号処理装置。

【請求項17】 前記入力信号が所定の記録媒体を再生して得られる再生信号であることを特徴とする請求項16に記載の信号処理装置。

【請求項18】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項16に記載の信号処理装置。

【請求項19】 所定の情報信号を記録した記録媒体において、前記情報信号の所定周波数の信号レベルに応じて信号レベルが変化するように、前記所定周波数とほぼ同一周波数である搬送波信号を所定のシリアルデータにより変調

した変調信号の信号レベルが補正されて、前記情報信号に重畳されて記録されたことを特徴とする記録媒体。

【請求項20】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項19に記載の記録媒体。

【請求項21】 入力信号を改良離散コサイン変換処理して周波数スペクトラム信号を生成し、前記周波数スペクトラム信号より所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値を検出し、該スペクトラム値の2乗和を計算することを特徴とする信号処理方法。

【請求項22】 前記所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値より、偶数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗値と、奇数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗値とを加算して前記2乗和を計算することを特徴とする請求項21に記載の信号処理方法。

【請求項23】 前記2乗和の平方根を計算することを特徴とする請求項21に記載の信号処理方法。

【請求項24】 所定のシリアルデータより生成した変調信号の信号レベルを前記2乗和又は前記2乗和の平方根の値に応じて変化させて基準信号を生成し、前記基準信号を前記入力信号に重畳して出力することを特徴とする請求項21に記載の信号処理方法。

【請求項25】 前記所定周波数スペクトラムに対応する周波数の搬送波信号を前記シリアルデータにより位相変調した後、乱数データにより変調して前記変調信号を生成することを特徴とする請求項24に記載の信号処理方法。

【請求項26】 前記基準信号を重畳した前記入力信号を所定の記録媒体に記録することを特徴とする請求項24に記載の信号処理方法。

【請求項27】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項24に記載の信号処理方法。

【請求項28】 入力信号より所定周波数の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を得、所定のシリアルデータより生成した変調信号の信号レベルを前記信号レベル検出結果に応じて変化させて基準信号を生成し、前記基準信号を前記入力信号に重畳することを特徴とする信号処理方法。

【請求項29】 前記所定周波数の搬送波信号を前記シリアルデータにより位相変調した後、乱数データにより変調して前記変調信号を生成することを特徴とする請求項28に記載の信号処理方法。

【請求項30】 前記基準信号を重畳した前記入力信号を所定の記録媒体に記録することを特徴とする請求項28に記載の信号処理方法。

【請求項31】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項28に記載の信号処

理方法。

【請求項32】 前記入力信号より前記所定周波数スペクトラムに対応する信号成分を抽出し、前記信号成分の信号レベルを前記2乗和の逆数又は前記2乗和の平方根の逆数に応じて変化させて前記信号成分の信号レベルを補正した後、シリアルデータを復調することを特徴とする請求項21に記載の信号処理方法。

【請求項33】 前記信号成分の周波数による搬送波信号を乱数データにより変調して基準信号を生成し、前記基準信号を前記信号成分に乗算して前記シリアルデータを復調することを特徴とする請求項32に記載の信号処理方法。

【請求項34】 前記入力信号が所定の記録媒体を再生して得られる再生信号であることを特徴とする請求項32に記載の信号処理方法。

【請求項35】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項32に記載の信号処理方法。

【請求項36】 入力信号より所定周波数の信号成分を抽出し、前記信号成分の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を得、

前記信号レベル検出結果により前記信号成分の信号レベルを補正した後、シリアルデータを復調する信号処理方法であって、

前記信号成分の周波数による搬送波信号を乱数データにより変調して基準信号を生成し、前記基準信号を前記信号成分に乗算して前記シリアルデータを復調することを特徴とする信号処理方法。

【請求項37】 前記入力信号が所定の記録媒体を再生して得られる再生信号であることを特徴とする請求項36に記載の信号処理方法。

【請求項38】 前記シリアルデータが著作権に関する情報であることを特徴とする請求項36に記載の信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、信号処理装置、記録媒体及び信号処理方法に関し、例えばオーディオ信号を記録した光ディスクと、この光ディスクを再生する光ディスク装置に適用することができる。本発明は、入力信号をMDC T（改良離散コサイン変換）して処理する際に、所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値の2乗和を計算することにより、MDC Tによる計算結果をウォーターマークの処理等に使用することができる信号処理装置及び信号処理方法と、この信号処理方法を利用してウォーターマークを記録した記録媒体を提案する。

【0002】

【従来の技術】従来、光ディスク装置等のオーディオ機

器においては、MDCTの手法によりデジタルオーディオ信号を周波数スペクトラム信号に変換して処理するようになされおり、これによりデジタルオーディオ信号を高効率符号化処理するようになされている。

【0003】また光ディスク等の記録媒体については、いわゆるウォーターマークにより著作権の保護を図る方法が提案されている。この方法は、オーディオ信号の再生に影響を与えない程度の微小な信号レベル等により著作権に関するデータ等をオーディオ信号等の情報信号に重畳して記録するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところでこのように光ディスクに記録するデジタルオーディオ信号等について、所定周波数成分の信号レベル（以下代表値と呼ぶ）を検出することができれば、人間の聴覚の特性を有効に利用してこの種のウォーターマークを記録することができると考えられる。

【0005】このときMDCTにおいては、入力信号を周波数スペクトラム信号に変換して処理することにより、このMDCTの処理により得られる周波数スペクトラム信号を有効に利用して所定周波数成分の代表値を検出することができれば、MDCTを用いたエンコーダ等にウォーターマークの処理回路を簡易に付け加えることができると考えられる。

【0006】またMDCTにおいては、FFT（高速フーリエ変換）等に比して処理が簡単なことにより、このようにMDCTの処理により得られる周波数スペクトラム信号を有効に利用して所定周波数成分の代表値を検出することができれば、MDCTを周波数解析等に適用して、MDCTの適用分野を一段と拡大できると考えられる。

【0007】ところがFFT等の直交変換とは異なり、MDCTでは位相成分を考慮せずに解析することにより、計算結果に位相特性が存在する。すなわち図7において、所定周波数の正弦波信号に対するMDCT計算結果を示し、図8において、この正弦波信号の位相を π ずらした信号に対するMDCT計算結果を示すように、MDCTは、処理対象である入力信号の位相によって計算結果が変化する。

【0008】これによりMDCTによる計算結果においては、処理対象である入力信号について、所定周波数成分の信号レベルを正しく検出できない問題があり、これによりウォーターマークの処理に使用することが困難な問題があった。

【0009】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、MDCTによる計算結果をウォーターマークの処理等に使用することができる信号処理装置及び信号処理方法と、この方法を利用してウォーターマークを記録した記録媒体を提案しようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、信号処理装置及び信号処理方法において、入力信号を改良離散コサイン変換処理した周波数スペクトラム信号より所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値を検出し、該スペクトラム値の2乗和を計算する。

【0011】また入力信号より所定周波数の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を得、所定のシリアルデータより生成したこの所定周波数の変調信号の信号レベルをこの信号レベル検出結果に応じて変化させて基準信号を生成し、この基準信号を先の入力信号に重畳する。

【0012】また入力信号より所定周波数の信号成分を抽出して信号レベルを補正した後、シリアルデータを復調するようにし、このときこの信号成分の周波数による搬送波信号を乱数データにより変調して基準信号を生成し、この基準信号を先の信号成分に乗算してシリアルデータを復調する。

【0013】また記録媒体において、情報信号の所定周波数の信号レベルに応じて信号レベルが変化するように、所定周波数とほぼ同一周波数である搬送波信号を所定のシリアルデータにより変調した変調信号の信号レベルが補正されて、情報信号に重畳されて記録される。

【0014】入力信号を改良離散コサイン変換処理した周波数スペクトラム信号においては、入力信号の位相に応じて変化するものの、所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値においては、隣接するスペクトラム値が90度の位相差を持って入力信号の位相に応じて三角関数状に変化する。これにより該スペクトラム値の2乗和を計算すれば、この所定周波数スペクトラムについて代表値を検出することができる。

【0015】これにより必要に応じてこの代表値等により、入力信号より所定周波数の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を得、所定のシリアルデータより生成したこの所定周波数の変調信号の信号レベルをこの信号レベル検出結果に応じて変化させて基準信号を生成し、この基準信号を先の入力信号に重畳すれば、シリアルデータをウォーターマークとして重畳することができる。

【0016】また入力信号より所定周波数の信号成分を抽出して信号レベルを補正した後、シリアルデータを復調するようにし、このときこの信号成分の周波数による搬送波信号を乱数データにより変調して基準信号を生成し、この基準信号を先の信号成分に乗算してシリアルデータを復調すれば、このようにして重畳したウォーターマークを復調することができる。

【0017】また記録媒体において、情報信号の所定周波数の信号レベルに応じて信号レベルが変化するように、所定周波数とほぼ同一周波数である搬送波信号を所定のシリアルデータにより変調した変調信号の信号レベルが補正されて、情報信号に重畳されて記録されれば、このシリアルデータをウォーターマークとして記録する

ことができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【0019】図2は、本発明の実施の形態に係る不正コピー検出の全体システムを示すブロック図である。この実施の形態においては、オーディオソースであるデジタルオーディオ信号DA1を記録する際に、ウォーターマークエンコーダ2により著作権の情報DCを付加して光ディスク3に記録する。ここで著作権の情報DCは、オーディオソースの著作権者、コピーを許可するか否か等の情報により構成される。

【0020】さらにこのシステムにおいては、この光ディスク3のダビング時において、ウォーターマークデコーダ4により著作権の情報DCを検出し、コピーを許可するソースについてのみ、光磁気ディスク5、デジタルオーディオテープレコーダ6、CD-R7等へのコピーを許可する。さらにこのようにしてコピーされた媒体であって市場にて流通する媒体においては、再生したデジタルオーディオ信号からウォーターマークデコーダ4により著作権の情報DCを検出し、これにより違法コピーを発見する。

【0021】図1は、このウォーターマークエンコーダ2を示すブロック図である。ウォーターマークエンコーダ2において、MDCT計算部12は、順次入力されるデジタルオーディオ信号DA1をMDCT変換処理し、これによりデジタルオーディオ信号DA1を周波数スペクトラム信号に変換する。ここで周波数スペクトラム信号は、デジタルオーディオ信号DA1をMDCT変換処理して得られる係数データの集合であり、この

$$P = \text{SQRT} ((| \text{spec}_{i-1} | + | \text{spec}_{i+1} |)^2$$

$$+ (| \text{spec}_i | + | \text{spec}_{i+2} |)^2)$$

..... (1)

【0027】すなわち上述したようにMDCT変換して検出される周波数スペクトラムの計算結果は、位相特性を有し、同一周波数の入力信号を処理する場合でも、入力信号の位相により計算結果が変化する。

【0028】これをサンプリング周波数44.1[kHz]、1024データから成る時系列サンプルデータ信号（例えばデジタルオーディオ信号である）について考察すると、入力信号が44.1[kHz]を整数分周した周波数の単一正弦波の場合には、1024データブロックごとに毎回同位相の時間波形が切り出されるため、MDCT計算結果も毎回同じスペクトラム分布が得られることになる（図4（A））。

【0029】ところが入力信号が44.1[kHz]の整数分周以外の周波数である単一正弦波の場合には、1

MDCT変換処理により得られる各周波数スペクトラムの信号レベルを示す信号である。

【0022】代表値計算部14は、この周波数スペクトラム信号より図3に示す処理手順を繰り返し実行し、これにより周波数3[kHz]の代表値を順次検出する。すなわち代表値計算部14は、ステップSP1からステップSP2に移り、MDCT計算部12で計算された周波数スペクトラム信号をサンプルブロックごとに読み込む。

【0023】続いて代表値計算部14は、ステップSP3に移り、MDCT計算部12で計算された周波数スペクトラムについて、対象とする周波数に対応するスペクトラムの番号を計算する。ここで代表値計算部14は、MDCT計算部12で計算された周波数スペクトラムから対象とする周波数3[kHz]の近傍の狭周波数帯域に位置する周波数スペクトラムを特定するように、スペクトラムの番号を計算する。

【0024】具体的に、代表値計算部14は、対象とする周波数3[kHz]の周波数スペクトラムを spec_i とおくと、その直前の1本の周波数スペクトラム spec_{i-1} 、その直後の2本のスペクトラム spec_{i+1} 、 spec_{i+2} を特定する番号を計算する。

【0025】続いて代表値計算部14は、ステップSP4に移り、次式の演算処理を実行する。これにより代表値計算部14は、偶数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗と、奇数番目スペクトラム値の絶対値和の2乗とを加算し、その加算値の平方根を計算して目的周波数スペクトラムの代表値Pを計算する。

【0026】

【数1】

024データブロックごとに毎回位相の異なる時間波形が切り出されるため、MDCT計算結果は毎回異なるスペクトラム分布が得られる（図4（B））。すなわちこの場合には、時間フレーム方向にも位相特性が現われることになる。

【0030】ところがこのような関係にあるMDCT計算結果においては、入力信号が単一正弦波の場合、位相を変化させても、スペクトラムエネルギーの分布は、その殆どが理論値であるピークスペクトラム周辺の4本に集中し、これらエネルギーの集中するスペクトラムが対象とする周波数スペクトラム spec_i 、その直前の1本の周波数スペクトラム spec_{i-1} 、その直後の2本のスペクトラム spec_{i+1} 、 spec_{i+2} となる。

【0031】またこのようにエネルギーの集中するスペ

クトラムについて、隣接する2本のスペクトラム $spec_n$ 、 $spec_{n+1}$ について、入力信号の位相を変化させてその強度を計算すると、図5に示すように、これら2本のスペクトラム $spec_n$ 、 $spec_{n+1}$ は、 $\pi/2$ だけ位相がずれて、入力信号の位相に応じて三角関数的に変化することが判った。またこれら2本のスペクトラム $spec_n$ 、 $spec_{n+1}$ においては、スペクトラム値のRMS（自乗平均平方根）が位相に依存せずに一定値をとることが示された。

【0032】これによりこの実施の形態では、この4本のスペクトラム $spec_{n-1} \sim spec_{n+2}$ について、偶数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗と、奇数番目スペクトラム値の絶対値和の2乗とを加算し、その加算値の平方根を計算して目的周波数スペクトラムの代表値Pを計算することにより、対象とする周波数スペクトラムの位相に依存しない代表値を計算するようになされている。

【0033】このようにして代表値を計算すると、代表値計算部14は、ステップSP5に移り、計算した代表値Pをエンコード部15に出力した後、ステップSP6に移ってこの処理手順を終了する。

【0034】エンコード部15は、著作権の情報DCを周波数3〔kHz〕の搬送波信号SCにより変調してデジタルオーディオ信号DA1に重畳する。このとき著作権の情報DCをPN系列の乱数データPNによりスペクトラム拡散して重畳し、これにより解析困難に著作権の情報DCを重畳する。さらにこのとき代表値計算部14で計算された周波数3〔kHz〕の代表値に従って振幅変調することにより、人間のマスキング効果を有効に利用して、このようにして重畳する著作権の情報DCによるデジタルオーディオ信号DA1の音質劣化を防止する。

【0035】すなわちエンコード部15において、搬送波生成部17は、周波数3〔kHz〕の正弦波信号による搬送波信号SCを生成する。PSK変調部18は、著作権の情報DCをシリアルデータの形式により繰り返し入力し、この著作権の情報DCの極性により搬送波信号SCの位相を反転させる。これによりPSK変調部18は、著作権の情報DCをPSK変調する。

【0036】PN生成部19は、例えばデジタルオーディオ信号DA1を基準にしたタイミングによりPN系列の乱数データPNを生成して繰り返し出力する。PN拡散部20は、このPN系列の乱数データPNをPSK変調部18の出力信号に乗算し、これにより著作権の情報DCによるPSK変調信号をスペクトラム拡散して秘匿性を向上する。

【0037】振幅変調部21は、代表値計算部14で検出された代表値PをこのPN拡散部20の出力信号に乗算する。これにより振幅変調部21は、デジタルオーディオ信号DA1の対応する周波数成分の信号レベルに

応じて、PN拡散部20より出力される出力信号の信号レベルを変化させる。

【0038】加算部22は、この振幅変調部21の出力信号をデジタルオーディオ信号DA1に加算して出力する。この実施の形態では、この出力信号を所定のエンコードによりエンコードしてディスク原盤を露光し、このディスク原盤より光ディスク3が量産されることになる。

【0039】図6は、ウォーターマークデコーダ4を示すブロック図である。このウォーターマークデコーダ4においては、光ディスク3、光磁気ディスク5、デジタルオーディオテープレコーダ6等（図2）を再生して得られるデジタルオーディオ信号DA2より、著作権の情報DCを再生する。

【0040】このウォーターマークデコーダ4において、MDCT計算部32は、順次入力されるデジタルオーディオ信号DA2をMDCT変換処理し、これによりデジタルオーディオ信号DA2を周波数スペクトラム信号に変換する。代表値計算部34は、この周波数スペクトラム信号より図3に示す処理手順を繰り返し実行し、これにより周波数3〔kHz〕の代表値Pを順次検出する。

【0041】フィルタ部35は、狭帯域のバンドパスフィルタにより構成され、デジタルオーディオ信号DA2より周波数3〔kHz〕の信号成分を抽出して出力する。振幅変調部36は、フィルタ部35の出力信号に代表値Pの逆数を乗算することにより、デジタルオーディオ信号DA2より抽出した周波数3〔kHz〕の信号成分に含まれている著作権の情報DCの変調信号について、この変調信号の信号レベルが一定値になるように、フィルタ部35より出力される出力信号の信号レベルを補正して出力する。

【0042】PN生成部37は、PN系列の乱数データPNを生成して繰り返し出力する。このときPN生成部37は、デジタルオーディオ信号DA2を基準にしたタイミングによりこの乱数データPNを生成することにより、ウォーターマークエンコーダ2におけるデジタルオーディオ信号DA1に対するタイミングと同一のタイミングにより対応する乱数データPNを生成する。

【0043】搬送波生成部38は、周波数3〔kHz〕の正弦波信号による搬送波信号SCを生成して出力する。乗算部39は、搬送波信号SCと乱数データPNとを乗算することにより、搬送波信号SCを乱数データPNによりスペクトラム拡散して出力する。乗算部40は、乗算部39の出力信号と振幅変調部36の出力信号とを乗算することにより、著作権の情報DCにより信号レベルが変化し、かつデジタルオーディオ信号DA2における周波数3〔kHz〕の信号成分がランダム化されてなる乗算信号を出力する。

【0044】加算部41は、この乗算部40の出力信号

を一定の時間周期で累積加算し、これにより著作権の情報DCの各ビット単位で乗算部40の出力信号を平均値化する。比較部42は、この加算部41の出力信号と所定の基準値との比較結果を得ることにより、著作権の情報DCを復調して出力する。

【0045】これによりこの実施の形態においては、光ディスク3をダビングする際には、この著作権の情報に基づいてダビングを制限できるようになされ、さらに不正コピーされた疑いのあるソースについては、ソースの出所を究明できるようになされている。

【0046】以上の構成において、光ディスクの製造工程においては、光ディスクに記録するデジタルオーディオ信号DA1がウォーターマークエンコーダ2に入力され(図1)、MDC T計算部12において、順次周波数スペクトラム信号に変換される。

【0047】この周波数スペクトラム信号は、デジタルオーディオ信号DA1の周波数が一定であっても位相に応じて変化し、隣接するスペクトラム値が90度の位相差を持って、デジタルオーディオ信号DA1の位相に応じて三角関数状に変化する(図5)。これにより周波数スペクトラム信号は、目的周波数スペクトラムを含む狭帯域において、周波数スペクトラム値の2乗和が計算され、デジタルオーディオ信号DA1の位相が変化しても特定周波数の信号レベルを正しく表す代表値が計算される。

【0048】またこのとき単一周波数の正弦波をMDC T変換すると、この周波数の周波数スペクトラム、その直前の1本の周波数スペクトラム、その直後の2本のスペクトラムにエネルギーが集中することにより(図7及び図8)、これら代表値計算部14において、周波数3[kHz]の周波数スペクトラム値、この周波数3[kHz]のその直前の1本の周波数スペクトラム値、その直後の2本のスペクトラム値が選択され、これらスペクトラム値より偶数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗と、奇数番目スペクトラム値の絶対値和の2乗とが加算され、その加算値の平方根により目的周波数スペクトラムの代表値Pが計算される。

【0049】これによりデジタルオーディオ信号DA1は、周波数3[kHz]の信号レベルが簡易かつ正しく検出される。

【0050】ウォーターマークエンコーダ2においては、これと単一周波数の正弦波信号である周波数3[kHz]の搬送波信号SCが搬送波生成部17において生成され、この搬送波信号SCが著作権の情報DCによるシリアルデータによりPSK変調される。さらにこのPSK変調信号がPN系列の乱数データPNによりスペクトラム拡散され、その結果得られる変調信号が代表値に応じて振幅変調される。これによりウォーターマークエンコーダ2においては、周波数3[kHz]のシリアルデータによる変調信号の信号レベルが、デジタルオー

ディオ信号DA1における周波数3[kHz]の信号レベルに応じて変化するように、この変調信号の信号レベルが補正されて著作権を示す基準信号が生成され、この基準信号がデジタルオーディオ信号DA1に重畳されて光ディスク3に記録される。

【0051】これによりこの基準信号においては、デジタルオーディオ信号DA1の単一周波数の信号レベルに応じて信号レベルが変化し、デジタルオーディオ信号DA1に重畳しても、マスキング効果によりデジタルオーディオ信号DA1の音質劣化を回避することができる。またPN系列の乱数データPNにより変調したことにより、秘匿性が向上される。

【0052】このようにしてデジタルオーディオ信号DA1に重畳されて記録された基準信号においては、デジタル信号の形式により、またアナログ信号の形式によりダビングする場合でも、そっくりそのままダビングされることになる。

【0053】これによりこのようにしてダビングする際に、またダビングされたソースを再生して、このデジタルオーディオ信号DA1に重畳された著作権の情報DCを確認して種々の違法コピー対策を実施することが可能となる。

【0054】すなわちこのようにして種々のソースより得られるデジタルオーディオ信号DA2は、ウォーターマークデコーダ4(図6)のMDC T計算部32において周波数スペクトラム信号に変換され、続く代表値計算部34において、ウォーターマークエンコーダ2における場合と同様にして代表値が計算される。またこのようにして代表値が計算される周波数成分がフィルタ部35においてデジタルオーディオ信号DA2より抽出される。

【0055】ウォーターマークデコーダ4においては、搬送波生成部38で生成された周波数3[kHz]の搬送波信号SCがPN系列の乱数データPNによりスペクトラム拡散変調され、この変調信号とデジタルオーディオ信号DA2より抽出した周波数3[kHz]の信号成分とが乗算部40により乗算される。さらにこの乗算結果に混入するデジタルオーディオ信号DA2の成分が加算部41により除去された後、比較部42により2値識別され、これにより著作権の情報DCが再生される。

【0056】以上の構成によれば、デジタルオーディオ信号をMDC T変換して得られる周波数スペクトラム信号より、周波数3[kHz]近傍の複数のスペクトラム値の2乗和を計算することにより、デジタルオーディオ信号の位相が変化しても特定周波数帯域の信号レベルを正しく表す代表値を検出することができる。これによりこの代表値を用いて著作権の情報DCをウォーターマークによりデジタルオーディオ信号に重畳して違法コピーに対応することができる。

【0057】またこのときこのようにして代表値を検出した周波数により著作権の情報DCを変調して記録することにより、マスキング効果を有効に利用して音質劣化を低減することができる。

【0058】またPN系列の乱数データPNによりスペクトラム拡散したことにより、その著作権の情報の秘匿性を向上することができる。

【0059】なお上述の実施の形態においては、4本のスペクトラム値より計算した2乗和の平方根を計算して代表値を計算する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な範囲においては2乗和を代表値として使用してもよい。このようにすればその分全体構成を簡略化することができる。

【0060】また上述の実施の形態においては、4本のスペクトラム値より、偶数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗値と、奇数番目のスペクトラム値の絶対値和の2乗値とを加算して代表値を計算する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合には、目的とする周波数スペクトラム値と隣接するスペクトラム値とにより代表値を計算してもよく、さらに精度を求める場合には、5本以上のスペクトラム値より代表値を計算してもよい。

【0061】また上述の実施の形態においては、周波数3[kHz]の周波数スペクトラムについて代表値を計算し、さらには周波数3[kHz]の変調信号により著作権の情報を重畳する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、種々の周波数スペクトラムについて代表値を計算する場合、さらには著作権の情報を重畳する場合に広く適用することができる。

【0062】さらに上述の実施の形態においては、著作権の情報を重畳する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、必要に応じて種々の情報を重畳する場合に広く適用することができる。

【0063】また上述の実施の形態においては、光ディスクにデジタルオーディオ信号を記録し、また再生する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばインターネットを介して種々の情報を伝送する場合等に広く適用することができる。

【0064】さらに上述の実施の形態においては、代表値を計算してシリアルデータにより変調信号を振幅変調

する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば時系列サンプルデータ信号をMDCT計算しながら、特定周波数成分の経時変動をリアルタイムで観察するような波形解析等のアプリケーションにおいても広く適用することができる。また入力信号をMDCT計算して得られた周波数スペクトラムに所望のデータを直接埋め込むようなウォーターマークエンコード方式にも適用することができる。

【0065】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、入力信号を改良離散コサイン変換して処理する際に、所定周波数スペクトラム近傍の複数のスペクトラム値の2乗和を計算することにより、入力信号の位相が変化しても特定周波数帯域の信号レベルを正しく表す代表値を検出することができ、これによりMDCTによる計算結果をウォーターマークの処理等に使用することができる信号処理装置及び信号処理方法と、この信号処理方法を利用してウォーターマークを記録した記録媒体を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るウォーターマークエンコードを示すブロック図である。

【図2】図1のウォーターマークエンコードを適用する不正コピーの処理システムを示す略線図である。

【図3】図1のウォーターマークエンコードの代表値計算部の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】図1の代表値計算部の処理の説明に供する信号波形図である。

【図5】図1の代表値計算部の処理の説明に供する特性曲線図である。

【図6】図2のウォーターマークデコードを示すブロック図である。

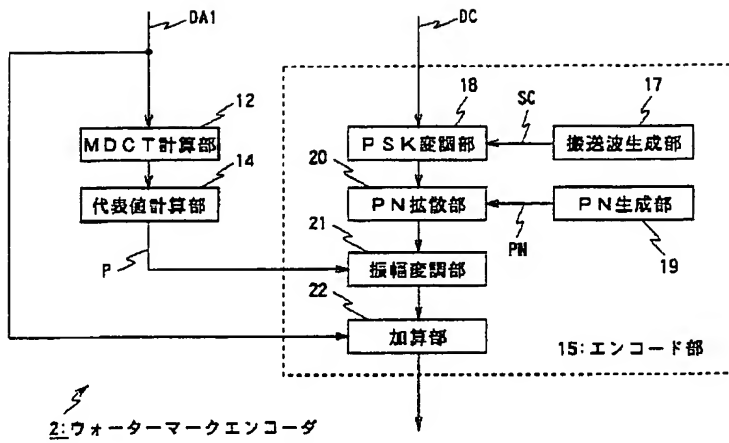
【図7】MDCT計算結果を示す特性曲線図である。

【図8】図7における入力信号の位相を変化させた場合のMDCT計算結果を示す特性曲線図である。

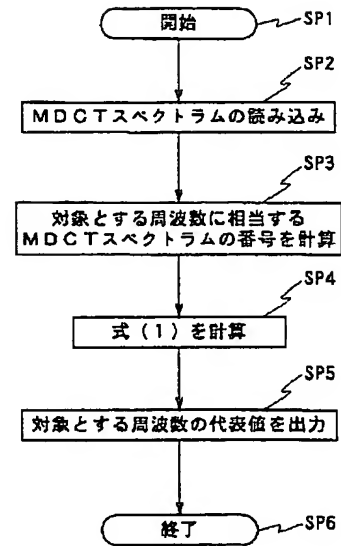
【符号の説明】

2……ウォーターマークエンコード、4……ウォーターマークデコード、12、32……MDCT計算部、14、34……代表値計算部、17、38……搬送波生成部、19、37……PN生成部

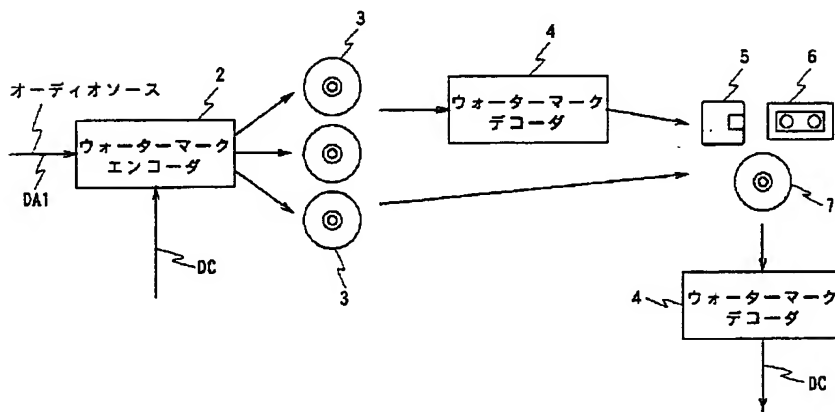
【図1】



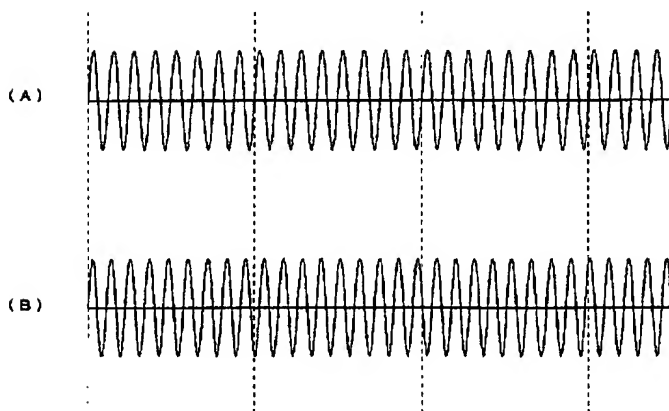
【図3】



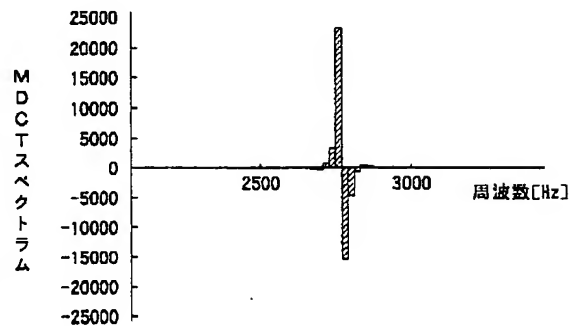
【図2】



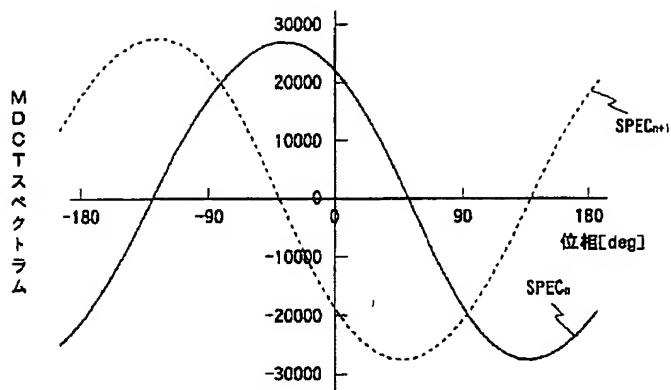
【図4】



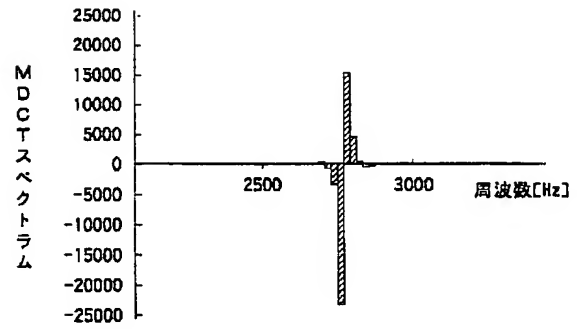
【図7】



【図5】



【図8】



【図6】

